

# VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA



1982:134

YHDYSKUNTIEN JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN  
SELKEYTYKSEN JA ILMASTUKSEN MITOITUS



V E S I H A L L I T U K S E N      M O N I S T E S A R J A



1982:134

YHDYSKUNTIEN JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN  
SELKEYTYKSEN JA ILMASTUKSEN MITOITUS



## SISÄLLYSLUETTELO

## JOHDANTO

|   | Sivu |
|---|------|
| 3.1 Vaaka- ja pystylaskeutus            | 6    |
| 3.11 Allastyypit                        | 6    |
| 3.13 Altaiden mitoitus                  | 7    |
| 4.1 Ilmastus                            | 11   |
| 4.12 Hapetuskapasiteetti                | 11   |
| 4.13 Ilmastimet                         | 15   |
| 4.14 Ilmastuksen koneistot ja varusteet | 17   |
| 4.141 Kompressorit                      | 17   |



## J O H D A N T O

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden suunnittelussa käytettävät, vesihallituksen toimesta laaditut puhdistamon mitoitusohjeet ovat vuodelta 1976 (Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden mitoituksen ohjearvoja, luonnos II).

Ohjeiden tarkistaminen on todettu tarpeelliseksi puhdistamoilta saatujen käyttökokemusten, puhdistamoiden toimintaedellytysten muuttumisen, jäteveden käsittelytekniikan edistymisen ja käsitteilyvaatimusten muutosten johdosta. Kiireellisimpänä on pidetty selkeyttämön ja ilmastustehon mitoitusperusteiden tarkistamista, mikä päätettiin suorittaa erillisenä ennen mitoitusohjeiden mahdollista uusimista kokonaisuudessaan.

Työtä on ohjannut työryhmä, johon ovat kuuluneet toimistoinsinööri Markku Mäkelä vesihallituksen vesihuoltotoimistosta (puheenjohtaja), insinööri Matti Innamaa Tampereen vesipiirin vesitoimistosta, käyttöinsinööri Seppo Kiiskinen Helsingin kaupungin rakennusvirastosta ja tekniikan lisensiaatti Matti Valve vesihallituksen teknillisestä tutkimustoimistosta. Työn suorittamisessa on avustanut insinööritoimisto Oy Vesi-Hydro Ab, josta työhön ovat osallistuneet diplomi-insinööri Heikki Pietilä (suunnittelijan vastuuhenkilö), diplomi-insinööri Jukka Lehtonen ja insinööri Gilbert Wik. Työryhmän ehdotus lähetettiin mahdollista lausuntoa varten Suomen Kaupunkiliitolle, Suomen Kunnallisliitolle, Maa ja Vesi Oy:lle, Suunnittelukeskus Oy:lle ja Ruotsiin Statens Naturvårdsverketille.

Nämä ohjeet on tarkoitettu korvaamaan vastaavat kohdat (3.11, 3.13, 4.12, 4.13 ja 4.141) vesihallituksen edellä mainitussa mitoitusohjeluonnoksessa.

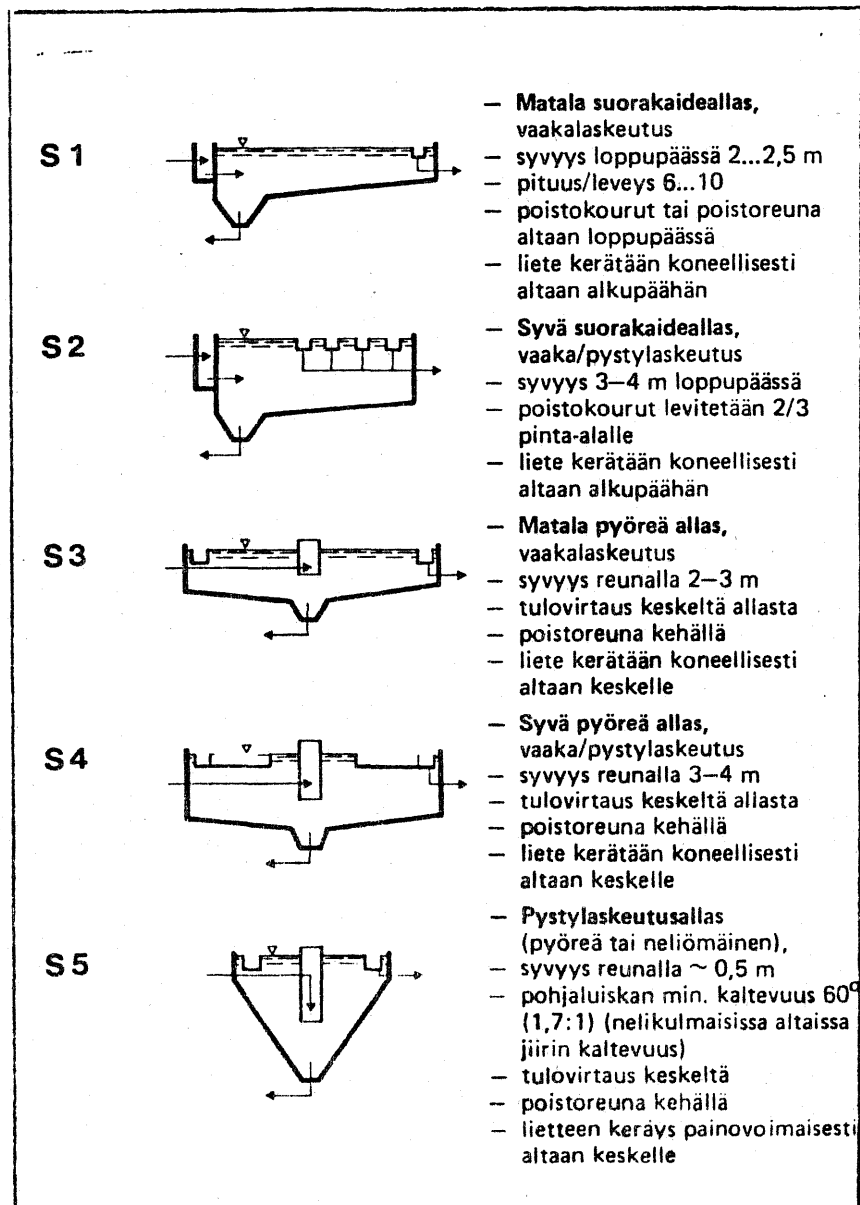
## 3.1

## VAAKA- JA PYSTYLASKEUTUS

## 3.11

## Allastyyppit

Altaat on jaettu viiteen päätyyppiin  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  ja  $S_5$ , jotka on esitetty kuvassa 1 (Kaupunkiliitto, julkaisu B 87 1980). Kuvassa on esitetty myös eri laskeutusallastyypeille ohjeellisia tunnusarvoja, joista voidaan perusteltavissa olevin kohdin poiketa. Pitkissä selkeytysaltaissa on kiinnitettävä huomiota kevyen lietteen poistoon esim. eri kohtiin sijoitetuilla lietetaskuilla ja erilisillä kaavinjärjestelyillä. Suurissa pyöreissä selkeytysaltaissa on suositeltavaa käyttää palautuksen nopeuttamiseksi ainakin osittain kaksipuolista kaavinratkaisua.



Kuva 1. Laskeutusaltaiden päätyypit



## 3.13

## Altaiden mitoitus

Laskeutusallas mitoitetaan seuraavien parametrien mukaan:

- hydraulinen pintakuorma ( $S_h$ )
- lietetilavuuskuorma ( $S_{MLSS}$ )

Altaan pinta-ala tulee valita siten, että se ei ylitä tai alita taulukossa 1 annettuja ohjearvoja hydrauliselle pintakuormalle ja reunasyvyydelle eikä myöskään ylitä aktiivilieteprosessin yhteydessä lietetilavuuskuormalle taulukossa 2 annettuja ohjearvoja.

Hydraulinen pintakuorma lasketaan seuraavasti:

$$S_h = q_{mit} / A \text{ (m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}\text{)}$$

Lietetilavuuskuorma lasketaan seuraavasti:

$$S_{MLSS} = S_h \cdot C_{MLSS} \cdot SVI \cdot 10^{-3} \text{ (m} \cdot \text{h}^{-1}\text{)}$$

Taulukko 1. Pintakuormien  $S_h$  ja altaiden reunasyvyyksien ohjearvot

| Tehtävä        | Allastyyppi | Reunasyvyys<br>(m) | Pintakuorma<br>(m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> ) |     |   |
|----------------|-------------|--------------------|--|-----|---|
|                |             |                    | A  | B   | C |
| Esiselkeytyks  | $S_1$       | $\geq 2,0$         | 1,5  | 3   |   |
|                | $S_2$       | $\geq 2,5$         | 2  | 4   |   |
|                | $S_3$       | $\geq 2,0$         | 1,5  | 3   |   |
|                | $S_4$       | $\geq 2,5$         | 2  | 4   |   |
|                | $S_5$       |                    | 2  | 4   |   |
| Väliselkeytyks | $S_1$       | $\geq 2,5$         | 0,8  | 1,0 |   |
|                | $S_2$       | $\geq 3,5$         | 1,2  | 1,4 |   |
|                | $S_3$       | $\geq 2,5$         | 0,7  | 0,9 |   |
|                | $S_4$       | $\geq 3,0$         | 0,9  | 1,1 |   |
|                | $S_5$       |                    | 1,2  | 1,4 |   |

| Tehtävä  | Allastyyppi    | Reunasyvyys<br>(m) | Pintakuorma<br>( $\text{m}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ) |     |     |
|--|----------------|--------------------|---|-----|-----|
|  |                |                    | A   | B   | C   |
| Jälkiselkeytyksen<br>aktiiviliete- tai<br>jälkisaostuslait-<br>oksessa | S <sub>1</sub> | ≡ 2,5              | 0,6   | 0,7 | 0,9 |
|  | S <sub>2</sub> | ≡ 3,5              | 0,8   | 1,0 | 1,2 |
|  | S <sub>3</sub> | ≡ 2,5              | 0,5   | 0,6 | 0,8 |
|  | S <sub>4</sub> | ≡ 3,5              | 0,7   | 0,8 | 1,0 |
|  | S <sub>5</sub> |                    | 0,9   | 1,2 | 1,4 |
| Selkeytyksen<br>suorasaostuksessa                                      | S <sub>1</sub> | ≡ 2,0              |   | 0,7 | 1,1 |
|  | S <sub>2</sub> | ≡ 2,5              |   | 1,0 | 1,5 |
|  | S <sub>3</sub> | ≡ 2,0              |   | 0,6 | 1,0 |
|  | S <sub>4</sub> | ≡ 2,5              |   | 0,8 | 1,2 |
|  | S <sub>5</sub> |                    |   | 1,0 | 1,5 |
| Jälkiselkeytyksen<br>biosuodattimen ja<br>bioreaktorin<br>yhteydessä   | S <sub>1</sub> | ≡ 2,5              |   | 0,8 |     |
|  | S <sub>2</sub> | ≡ 3,5              |   | 1,2 |     |
|  | S <sub>3</sub> | ≡ 2,5              |   | 0,8 |     |
|  | S <sub>4</sub> | ≡ 3,0              |   | 1,0 |     |
|  | S <sub>5</sub> |                    |   | 1,2 |     |

A = Tehokas selkeytystulos (esim.  $P < 1 \text{ mg/l}$  rinnakkaissaostuksessa,  $SS < 15 \text{ mg/l}$ )

B = Suositeltava arvo, jonka ylittäminen edellyttää perusteluja (esimerkiksi kalkkisaostus)

C = Yläraja

Taulukko 2. Lietetilavuuskuorman  $S_{MLSS}$  ohjearvot aktiivilieteprosessin laskeutuksessa

| Tehtävä                | Allastyyppi    | Lietetilavuuskuorma<br>( $\text{m h}^{-1}$ ) |      |      |
|------------------------|----------------|--|------|------|
|                        |                | A  | B    | C    |
| Väli-<br>selkeytyksen  | S <sub>1</sub> |  | 0,45 | 0,55 |
|                        | S <sub>2</sub> |  | 0,65 | 0,8  |
|                        | S <sub>3</sub> |  | 0,4  | 0,5  |
|                        | S <sub>4</sub> |  | 0,5  | 0,6  |
|                        | S <sub>5</sub> |  | 0,8  | 0,95 |
| Jälki-<br>selkeytyksen | S <sub>1</sub> | 0,3  | 0,35 | 0,4  |
|                        | S <sub>2</sub> | 0,4  | 0,5  | 0,6  |
|                        | S <sub>3</sub> | 0,25   | 0,3  | 0,35 |
|                        | S <sub>4</sub> | 0,3  | 0,4  | 0,5  |
|                        | S <sub>5</sub> | 0,5  | 0,6  | 0,7  |

A = Tehokas selkeytystulos

B = Suositeltava arvo, jonka ylittäminen edellyttää perusteluja

C = Yläraja

Lietetilavuuskuormaa  $S_{MLSS}$  laskettaessa käytetään ilmastuksen mitoitustietepitoisuutta ( $C_{MLSS\ mit}$ ) suurempia arvoja siten, että käytetty lietepitoisuusarvo on vähintään seuraava:

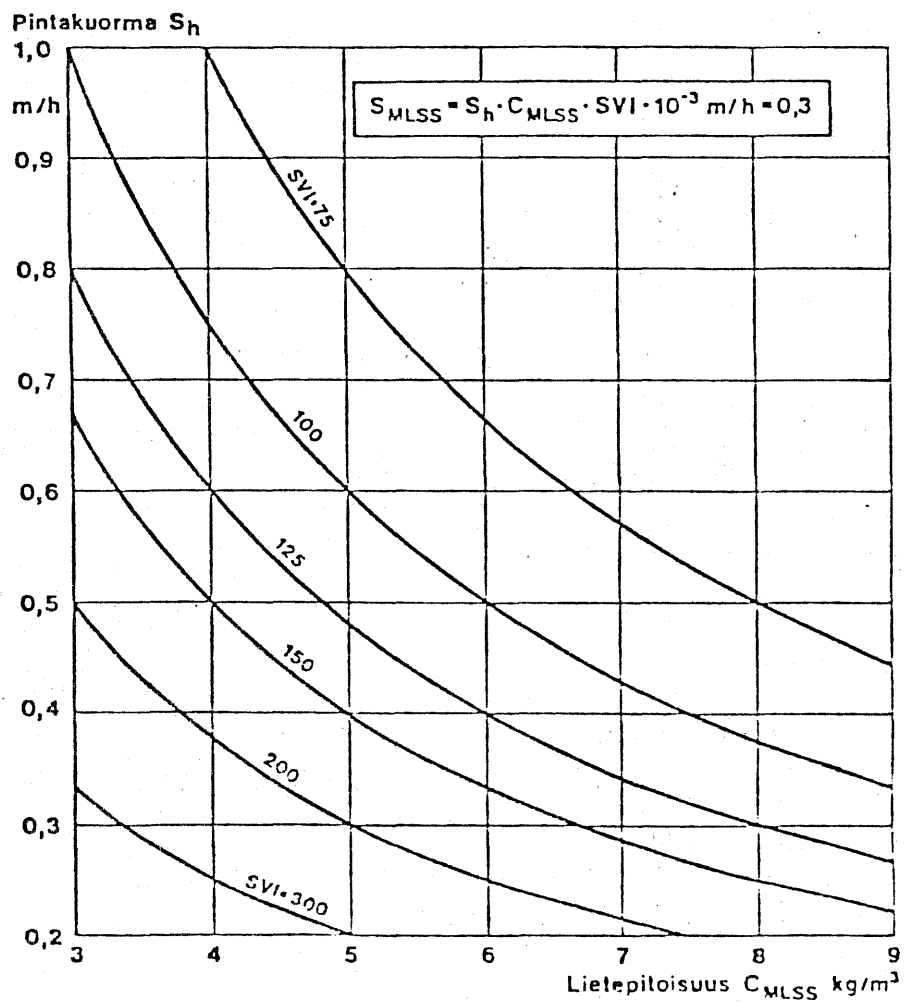
| lietekuorma<br>(kg BOD <sub>7</sub> /kg MLSS d) | lietepitoisuus<br>(kg/m <sup>3</sup> ) |
|---|--|
| >0,1  | 1 + $C_{MLSS\ mit}$                    |
| <0,1  | 2 + $C_{MLSS\ mit}$                    |

Lieteindeksin arvoina lietekuormaa laskettaessa käytetään vähintään taulukon 3. ohjearvoja. Kuitenkin tapauksissa, joissa on käytettävissä riittävästi kokemuseräisiä lieteindeksi-arvoja (esim. laitosta saneerattaessa), voidaan käyttää todettuja enimmäisarvoja.

Taulukko 3. Lieiteindeksin ohjearvot eri tyyppisille jätevesille ja eri lietekuormille

| Jäteveden laatu   | Lietekuorma<br>(kg BOD <sub>7</sub> /kg MLSS d) |      |
|---|---|------|
|   | >0,1  | <0,1 |
| - normaali asumajätevesi  | 100   | 75   |
| - jätevedestä enintään 25 %<br>orgaanista teollisuus-<br>jätevettä<br>(BOD-kuormasta) | 150   | 100  |
| - jätevedestä 50 % orgaanista<br>teollisuusjätevettä<br>(BOD-kuormasta)               | 200   | 150  |

Kuvassa 2 on esimerkki lietetilavuuskuormalla 0,3 m/h liete-  
pitoisuuden ja lieteindeksin (SVI) vaikutuksesta pintakuormaan  
ja sitä kautta laskeutusaltaan pinta-alaan.



Kuva 2. Laskeutusaltaan hydraulinen pintakuorma liete-  
pitoisuuden ja lieteindeksin funktiona lietetilavuuskuor-  
malle 0,3 m/h.

4.1

ILMASTUS

4.12

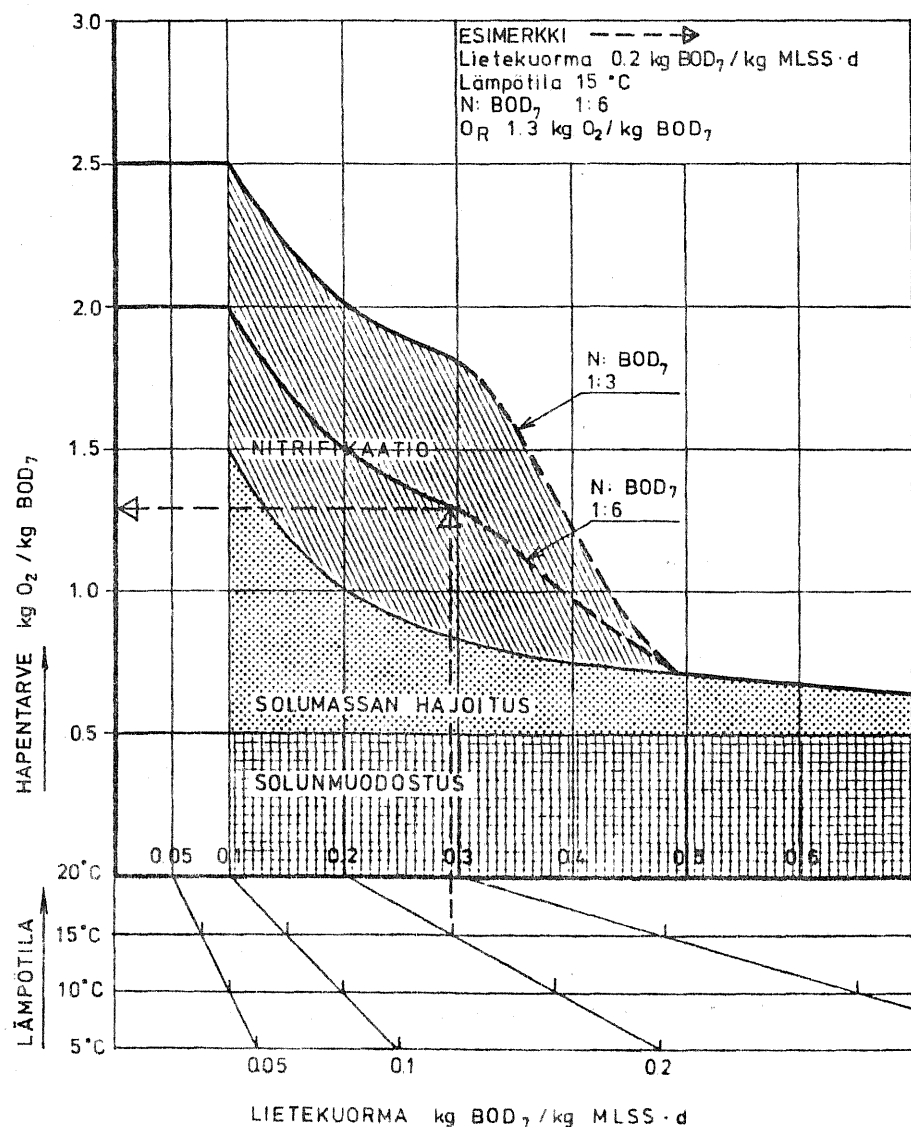
H a p e t u s k a p a s i t e e t t i

Ilmastusjärjestelmän hapetuskapasiteetilla tarkoitetaan sitä määrää happea, mikä voidaan standardiolosuhteissa ( $10^{\circ}\text{C}$  ja  $101,3\text{ kPa}$ ) liuottaa puhtaaseen veteen ( $\text{kg O}_2/\text{h}$ ).

Hapetuskapasiteetin laskeminen perustuu mikro-organismien hapentarpeeseen ( $\text{kg O}_2/\text{kg BHK}_7$ ), joka aiheutuu seuraavista tekijöistä:

- solumassan muodostus (substraattihengitys)
- solumassan hajotus (endogeenihengitys)
- typpiyhdisteiden hapettuminen ja pelkistyminen

Hapentarpeen  $\text{O}_R$  riippuvuus prosessin lietekuormituksesta ja lämpötilasta on esitetty kuvassa 1.



KUVA 1: HAPENTARVE  $\text{O}_R$  LIETEKUORMITUKSEN JA LÄMPÖTILAN FUNKTIONA

Hapetuskapasiteetin laskennassa käytetään seuraavaa yhtälöä:

$$O_C = L_{BOD7} O_R k_1 k_2 k_3 \frac{1}{\alpha} \quad (1)$$

missä

$O_C$  = hapetuskapasiteetti puhtaalle vedelle standardiolosuhteissa (kg  $O_2$ /h)

$L_{BOD7}$  = keskimääräinen  $BOD_7$  kuormitus (kg  $BOD_7$ /h = 1/24 (kg  $BOD_7$ /d))

$O_R$  = hapentarve (kg  $O_2$ /kg  $BOD_7$ ), kuva 1.

$k_1$  = tuntihiippukerroin, taulukko 1

$k_2$  = hapen kyllästysvajauksien suhde standardi- ja käyttöolosuhteissa, taulukko 2 (pintailmastuksella upotussyvyys 0 m)

$k_3$  = diffuusiokorjauskorroin käyttöolosuhteissa, pintailmastuksella  $k_3 = 1$ , pohjailmastuksen arvot taulukossa 3

$\alpha$  = suhteellinen hapensiirtokerroin, ilmastustyypille ominainen vakio, taulukko 4.

Tulo  $L_{BOD7} O_R k_1$  tarkoittaa hapenkulutusta käyttöolosuhteissa normaalin päivittäisen kuormitushuipun aikana.

Tulo  $k_2 k_3 \frac{1}{\alpha}$  korjaa käyttöolosuhteiden hapentarpeen standardiolosuhteisiin.

Taulukko 1. Tuntihiippukerroin

| Viipymä ilmastuksessa                       |      |      |      |     |     |
|---|------|------|------|-----|-----|
| $T = \frac{V}{q_h \text{ mit}} \text{ (h)}$ |      |      |      |     |     |
|   | 24   | 12   | 8    | 4   | 2   |
| $k_1$                                       | 1,10 | 1,25 | 1,35 | 1,4 | 1,5 |

Taulukko 2. Hapenkylästysvajaussuhde eri lämpötiloissa ja upotussyvyyksillä. Olettamukset ovat seuraavat: hapen hyväksikäyttöaste (absorptio) käyttöolosuhteissa 80 % standardiolosuhteiden arvosta sekä minimihappipitoisuus n. 2 mg/l. Upotussyvyyksillä 0-5 m kerroin  $k_2$  interpoloidaan taulukon arvoja käyttäen. Pintailmastukselle käytetään upotussyvyyttä 0 m.

| Lämpötila<br>käyttöolosuhteissa ( $^{\circ}\text{C}$ ) | 5    | 10   | 15   | 20   |
|--|------|------|------|------|
| $k_2$<br>upotussyvyys 0 m                              | 1,05 | 1,22 | 1,40 | 1,60 |
| $k_2$<br>upotussyvyys 5 m                              | 1,00 | 1,16 | 1,32 | 1,50 |

Taulukko 3. Diffuusiokorjauskerroin  $k_3 = \sqrt{\frac{D_{10}}{D_T}}$  pohja-  
ilmastukselle.  $D$  = diffuusiokerroin.

| T<br>$^{\circ}\text{C}$ | $k_3$ | T<br>$^{\circ}\text{C}$ | $k_3$ | T<br>$^{\circ}\text{C}$ | $k_3$ |
|-------------------------|-------|-------------------------|-------|-------------------------|-------|
| 5                       | 1,098 | 12                      | 0,964 | 19                      | 0,845 |
| 6                       | 1,077 | 13                      | 0,946 | 20                      | 0,830 |
| 7                       | 1,058 | 14                      | 0,928 | 21                      | 0,815 |
| 8                       | 1,038 | 15                      | 0,911 | 22                      | 0,799 |
| 9                       | 1,019 | 16                      | 0,895 | 23                      | 0,784 |
| 10                      | 1,000 | 17                      | 0,878 | 24                      | 0,770 |
| 11                      | 0,982 | 18                      | 0,861 | 25                      | 0,756 |

Taulukko 4. Ohjearvot suhteelliselle hapensiirtokertoimelle  $\alpha$ .

| Ilmastustyyppi                | $\alpha$ |
|-------------------------------|----------|
| Hienokuplapohjailmastus       | 0,75     |
| Keskikarkeakuplapohjailmastus | 0,8      |
| Karkeakuplailmastus           | 0,85     |
| Pintailmastus                 | 0,9      |

Hapetuskapasiteettia määritettäessä käytetään käyttöolosuhteiden lämpötilana jäteveden lämpimän kauden lämpötilaa.

Hapetuskapasiteetti tulee määrittää sekä mitoituskuormitukselle että laitoksen käyttöönottilanteelle. Samoin talvikauden vähimmäishapetuskapasiteettiarvo tulee tarkistaa. Ilmastusjärjestelmässä tulee olla joko riittävän suuri säätöalue tai muuten järjestetty laitteistot siten, että saadaan myös käyttöönottohetkelle vähintään säätöalue 50-100 %. Mitoitustilanteelle tulisi säätöalueen olla vähintään 25-100 %.

Mikäli jäteveden BOD-arvon ja typen suhde poikkeaa merkittävästi normaalista yhdyskunnan jätevedestä (esim. teollisuusjätevesien vuoksi), tulee tämä ottaa huomioon hapetuskapasiteetin laskennassa. Samoin tulee ottaa huomioon poikkeavien jätevesien vaikutus jätevesikuormituksen vuorokausivaihteluun.

Ilmastusaltaassa tulee olla lietteen laskeutumisen estämiseksi riittävä sekoitus. Tätä varten tarvitaan yleensä, riippuen ilmastusjärjestelmästä ja ilmastusaltaista, virtausnopeus 0,15 - 0,3 m/s. Sekoitustehoa tarvitaan ohjeellisesti erityyppisillä ratkaisuilla seuraavasti:



- pohjailmastus, reuna-asennus n.  $15 \text{ W/m}^3$   
kokopohja-asennus n.  $10 \text{ W/m}^3$
- pintailmastus lukuunottamatta hydraulisesti hyvin muotoil-  
tuja rengastyyppejä ilmastusaltaita,  
    pienet koneet ( $<10 \text{ kW}$ ) n.  $20 \text{ W/m}^3$   
    isot koneet ( $>30 \text{ kW}$ ) n.  $30 \text{ W/m}^3$
- rengastyypiset ilmastusaltat n.  $5 \text{ W/m}^3$   
(virtausnopeus yli  $0,3 \text{ m/s}$ )

## 4.13

## I l m a s t i m e t

Ilmastusjärjestelmänä käytetään yleensä paineilmaan perustuvaa pohjailmastusta tai mekaanisesti toimivaa pintailmastusta. Lisäksi on olemassa molempien tyyppien yhdistelmiä.

Pohjailmastimet jaetaan kuplakoon mukaisesti seuraavasti:

- hienokupla, kuplakoko 2-3 mm
- keskikupla, " 3-5 mm
- karkeakupla, "  $>5 \text{ mm}$

Ilmakuutio sisältää happea seuraavasti:

- lämpötila  $0^\circ\text{C}$  n.  $300 \text{ g/m}^3$
- lämpötila  $20^\circ\text{C}$  n.  $280 \text{ g/m}^3$

Eri pohjailmastustyypeille sekä näiden asennustavoille on esitetty ohjeelliset hapen liukenemisarvot taulukossa 5. Käyttöolosuhteissa hapen liukeneminen on n. 80 % puhtaan veden arvosta.

Taulukko 5. Ohjeelliset hapen liukenemisarvot ilmakeuutiometriä ( $\text{m}^3$ ) ja upotusmetriä (m) kohden ( $\text{g O}_2 \text{ m}^{-3} \text{ m}^{-1}$ ) puhtaaseen veteen erityyppisille pohjailmastimille ja asennustavoille. a = hapen hyväksikäyttöaste (absorptio) (%/m).

| Imuilman lämpötila            |         | 0°C  | 15°C | 30°C |
|-------------------------------|---------|--|------|------|
|                               | a (%/m) | g O <sub>2</sub> m <sup>-3</sup> m <sup>-1</sup> |      |      |
| Hienokupla                    |         |  |      |      |
| - koko pohja                  | 4,5     | 13,5   | 12,7 | 12,0 |
| - kaksipuolinen reuna-asennus | 4,0     | 12   | 11,3 | 10,6 |
| - yksipuolinen reuna-asennus  | 3,5     | 10,5   | 9,9  | 9,3  |
| Keskikupla                    |         |  |      |      |
| - koko pohja                  | 3,5     | 10,5   | 9,9  | 9,3  |
| - kaksipuolinen reuna-asennus | 3,0     | 9  | 8,5  | 8,0  |
| - yksipuolinen reuna-asennus  | 2,5     | 7,5  | 7,1  | 6,7  |
| Karkeakupla                   |         |  |      |      |
| - reuna-asennus               | 2,0     | 6  | 5,6  | 5,3  |

Pohjailmastuksen hapetusteholle puhtaassa vedessä voidaan ilmastustyyppistä ja asennustavasta riippuen käyttää seuraavia ohjeellisia arvoja. Pienemmät arvot viittaavat yksipuoliseen reuna-asennukseen, suuremmat arvot koko pohjan peittävään asennustapaan.

|                       | kg O <sub>2</sub> /kWh |
|-----------------------|------------------------|
| - hienokuplailmastus  | 1,7 - 3,0              |
| - keskikuplailmastus  | 1,2 - 2,3              |
| - karkeakuplailmastus | 0,8 - 1,2              |

Hapetustehot voivat olla käyttöolosuhteissa jätevesien ominaisuuksista ja ilmastimien tukkeutumisesta johtuen em. arvoja huomattavasti alhaisempia.

Pintailmastimien päätyypit ovat kartio- ja harjailmastin. Pintailmastimien hapetusteho on ohjeellisesti seuraava:

|                  | kg O <sub>2</sub> /kWh |
|------------------|------------------------|
| - kartioilmastin | 1,3 - 2,2              |
| - harjailmastin  | 1,5 - 2,0              |

Pintailmastimien hapetusteho käyttöolosuhteissa ei laske tukkeutumisen vuoksi eikä myöskään jäteveden ominaisuudet vaikuta hapetustehoon yhtä voimakkaasti kuin pohjailmastimilla.

#### 4.14

### I l m a s t u k s e n k o n e i s t o t j a v a r u s t e e t

#### 4.141

**Kompressorit** Kompressorien koko on valittava siten, että ilmamäärät voidaan porrastaa kuormituksesta riippuen 25 %:n välein. Yhden kompressorin on toimittava varayksikkönä.

Pienillä laitoksilla tulee ainakin osa kompressoreista varustaa esim. kiilahihnakäytöllä, jotta välityksen avulla voidaan ilmastustehoa muuttaa. Suurilla laitoksilla tulee ainakin yksi kompresori olla varustettu kierroslukusäätöisellä moottorilla. Ilmastustehon automaattinen säätö on suositeltava. Säätöjärjestelmän tulee olla toimintavarma ja helposti huollettava.

Kompressorien minimipaineen on oltava aktiivilieteprosessissa 10-15 kPa ja rinnakkaissaostuksessa 15-20 kPa suurempi kuin ilmastusjärjestelmän kokonaispainehäviö lisättynä hydrostaattisella paineella. Järjestelmän painehäviö muodostuu ilmansuodattimien, putkiston, venttiileiden, mittauksen ja ilmastimien häviöistä.

Kompressoritilassa ei melutaso saa olla yli 100 dB. Seinien rakenteen pintamateriaalin ja kompressorien kierrosnopeuden tulee olla niin valittu, että kompressoreiden melu ympäröivissä tiloissa jää alle 85 dB. Myös ilmaputkistosta (tarkistetaan melunormit) aiheutuvan melun tulee olla alle 85 dB.

Kompressorien normaalit varusteet ovat: imusuodin, imuäänenvaimennin (absorptio), paineäänenvaimennin (absorptio ja resonanssi), varoventtiili, takaiskuventtiili, sulkuventtiili, painemittausliitännät imu- ja painepuolella sekä joustavat liitokset putkistossa.

Karkeakuplailmastimet eivät vaadi erityistä imuilman suodatusta. Sen sijaan hienokupla- ja keskikuplailmastinten ollessa kyseessä ei kompressorin normaali imusuodatin anna riittävän puhdasta ilmaa. Kaikille kompressoreille voidaan tehdä yhteinen ilmasuodatin, joksi riittää normaaliolosuhteissa kuivasuodatin.



